低壓燻蒸在外銷花卉之應用

陳弘毅[1] 賴淑芬[2]
行政院農業委員會動植物防疫檢疫局臺中分局植物檢疫課前課長[1]、技正[2]

摘　要

本省花卉外銷到日本常被檢出含害蟲，燻蒸率頗高，切花之鮮度與品質明顯受損外，售價亦隨之降低，而影響收益及台灣花卉之形象。故本試驗以菊花爲試驗材料，二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅爲標的害蟲進行減壓燻蒸試驗，燻蒸藥劑以溴化甲烷及磷化氫爲主。以溴化甲烷 8 g/m^3 複合磷化氫 3 g/m^3 以 250 mmHg 進行非洲菊斑潛蠅齡期之減壓燻蒸之抗性試驗，結果接卵後第 2 日之燻蒸效果最差，其校正死亡率爲 21.1% ，而其他齡期之校正死亡率皆在 50% 以上。以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫燻蒸 120 分鐘，於 5、250 及 500 mmHg 之艙壓下燻蒸，二點葉蟎之校正死亡率分別爲 98.5%、99.98%及 99.8%，而非洲菊斑潛蠅於 250 及 500 mmHg 之艙壓下之校正死亡率分別爲 100%及 92.4%。在品質方面，`白天星’與`黃秀鳳’的品質不論在何種艙壓下之燻蒸處理後皆與未燻蒸處理對照組無異；而`黃精競’花瓣剖面則產生輕微黃褐化及花開放緩慢，且壓力越低藥害之症狀越明顯。以未燻蒸、無藥劑燻蒸、4 g/m^3 磷化氫及 12 g/m^3 溴化甲烷兩種藥劑之單獨或組合於艙壓 250 mmHg 下進行 120 分鐘之減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別爲 18.1%、36.0%、46.9%、72.8%及 99.99%，以組合藥劑之處理之殺蟲效果最好。以 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於艙壓 250 mmHg 下進行二小時之減壓燻蒸處理，非洲斑潛蠅之致死率分別 0、70.4、87.8、100 及 100%。以 8 及 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質，`黃精競`隨溴化甲烷藥劑增加其花瓣剖面黃褐化程度增加，而`白天星’與`黃秀鳳’之品質則與未燻蒸處理對照組無差異。以 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於 250 mmHg 艙壓下進行 90、120、135 及 150 分鐘的減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別爲 98.9 ％ 、99.99 ％ 、100 ％ 及 100 ％ 。非洲菊斑潛蠅以 90、120 及 135 分鐘的燻蒸處理之致死率分別爲 89.7%、100%及 100%。在減壓燻蒸處理後之品質方面，150 分鐘減壓燻蒸處理組之`白天星`與`黃秀鳳`外觀上仍無藥害之症狀，但花朵開放度有些微降低但差異不顯著，其他處理組之花朵開放度與未燻蒸處理組則無明顯差異。綜合以上之結果，在兼顧切花品質及達到檢疫殺蟲目的，外銷菊花之減壓燻蒸處理應以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫艙壓 250 mmHg，進行 135 分鐘的減壓燻蒸爲較理想之處理。

關鍵字：減壓燻蒸、二點葉蟎、非洲菊斑潛蠅、菊花、切花、溴化甲烷、磷化氫

前　言

台灣外銷切花以外銷到日本爲最大宗，佔總外銷量之 77.2 ％ ，其中切花種類以菊花爲最多，佔銷日總量之 51.3% (八十九年農業年報)。本省菊花生產以露天或簡易設施栽培爲主，其生產之切花常因病蟲危害發生影響品質，肇致其價格低甚或無商品價值。菊花上經常發現之害蟲計有非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii Burgess)、棉蚜(Aphis gossypii)、桃蚜(Myzus persicae)、花薊馬中的 Frankliniella intonsa、Thrips hawaiiensis 與二點葉蟎(Tetranychus urticae)等，一般田間防治法甚難根絕該等害蟲(王和林，1984) 。於本省輸日菊花切花經逢機取樣調查結果，發現花部害蟲棉蚜檢出百分率爲 13.3 ％ ；葉部二點葉蟎及潛蠅類，檢出率分別爲 96.7 及 26.7% (何，1992)。非洲菊斑潛蠅防治甚爲不易，待發現菊花受其危害時葉片已有食痕，菊花下位葉之損傷嚴重，不僅降低其商品價值，甚至影響菊花切花銷日，花農與花商均蒙受鉅大損失。Bene 等人亦強調菊花之切花是帶葉出售之產品，非洲菊斑潛

蠅等危害葉片之容忍標準機幾近於零(Bene et al.，1994)，此蟲乃成本省輸日菊花檢疫處理之對象。外銷日本之切花常因前述害蟲無法通過嚴格的日本植物檢疫關卡，遭受燻蒸之比率高達 95% 以上，影響菊花外銷業務至鉅(黃等，2003)。近年來政府積極輔導改進栽培技術及病蟲害管理方法，到日本後被檢疫燻蒸處理之比率已明顯下降許多，惟至 2000 年本省菊花銷日遭受燻蒸之比率仍高達 50% (日本官方網資料)。於日本遭燻蒸處理除使切花鮮度降低品質變劣外，且須負擔高額燻蒸費用，此外燻蒸處理的排程也使切花因此延緩拍賣而錯失商機，舉凡此種種皆導致燻蒸處理後品質降低、成本增加外，其商品價值大幅降低，不僅無利潤可言，甚或血本無歸，業者及花農損失頗鉅。爲協助業者或農民突破此困境，防檢局責成台中分局以菊花爲試驗材料，二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅爲標的害蟲進行減壓燻蒸試驗，冀期突破前述外銷切花之障礙，促成順利輸銷日本，增加農民收益。

燻蒸處理的藥劑濃度、處理時間、溫度、壓力、害蟲的發育時期以及切花的預措與否均會影響殺蟲效果及切花品質(王和林，1984)，其中壓力條件以減壓相較於常壓燻蒸處理具更好之殺蟲效果(何，1992)。在 1995 及 1997 年亦有報告指出蟲體之死亡與花卉保鮮之品質、燻蒸劑量之準確點、燻蒸環境條件包括溫度與壓力有關(Chen and Chang，1995；Karunaratne et al. ，1997b)。依據 Weller 和 Graver 的報告(1998)，燻蒸藥劑磷化氫相對於溴化甲烷、二氧化硫、氰酸及乙醛等對切花之傷害程度較輕，但無法殺死所有齡期之二點葉蟎、米象及粉蝨等，必需配合其他藥劑一起處理。1990 年 Yokoyama 等人以不同濃度的溴化甲烷在 21℃下燻蒸 2 小時後，比較害蟲卵的致死情形，可發現隨著使用濃度的增加，害蟲死亡率逐漸增加，當濃度達到 48 g/m^3 害蟲卵死亡率爲 100 ％ (Yokoyama et. al.，1990)。1992 年何氏將菊花以 24 g/m^3 溴化甲烷燻蒸 150 分鐘經過 8 天後，黃秀鳳品系花及葉部皆無明顯藥害產生，但白秀鳳品系花部會產生嚴重萎凋及褐化，葉部則嚴重焦化及萎凋，幾乎無商品價值(何，1992)。溴化甲烷爲具腐蝕性之毒性壓縮氣體，極易對農產品造成傷害；而磷化氫之分解物爲磷酸及磷之氧化物，係屬弱酸對切花產品較無傷害，欲採用此二種氣體混合希能降低燻蒸對切花品質之影響。本試驗即爲找出蟲體之死亡與花卉保鮮之品質、燻蒸劑量及時間、壓力之平衡點。

材料與方法

一、試驗材料

(一)花材：

試驗之大菊爲夏季品系之`黃精競`和`白天星`及冬季品系之'黃秀鳳'和`白東洋`等四品種，成熟度爲 3-4 分熟時採收，取自彰化田尾花卉生產合作社，切花品質屬於外銷等級，菊花於當日早上採收，使用塑膠袖套包裝，十支爲一把，袖套上有打透氣孔，於 2 小時內運抵實驗室。運抵實驗室後進行蒸餾水之預措 4 小時及預冷作業，模擬外銷貯運過程，預措後裝箱冷藏於 3-5℃至隔天，再以不銹鋼 4 m^3 密閉之庫體進行減壓燻蒸處理。燻蒸後切花冷藏於 3-5℃冷藏庫四天，切花冷藏後出庫瓶插於蒸餾水中觀察，出庫之隔天(爲第一天)進行藥害程度及花朵開放度調查。

(二)蟲樣(Tetranychus urticae)：

1. 二點葉蟎：

二點葉蟎爲實驗室飼育，以花豆幼苗葉飼養。將供試昆蟲以透明塑膠杯(直徑 × 高＝9 ×6 cm)分裝，杯底以濾紙及棉花加濕以維持葉片水分防止乾枯，杯蓋挖空再以白網覆蓋，以保持透氣性。燻蒸前與花卉一起放置於低溫(3-5℃)環境中預冷，燻蒸後亦隨切花於 3-5℃冷藏庫冷藏四天，配合切花出庫的時間進行害蟲死亡率調查。

2. 非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii)：

非洲菊斑潛蠅採集自田尾地區非洲菊園，於實驗室飼育，以花豆幼苗之真葉飼養。殺蟲試驗時以菊花(`舞風車`)葉接蟲，將含供試害蟲之菊花葉以透明塑膠杯(直

徑 ×高＝9 ×6cm)分裝，杯底以濾紙及棉花加濕以維持葉片水分防止乾枯，杯蓋挖空再以白網覆蓋，以保持透氣性。燻蒸處理後第三天進行害蟲死亡率調查，卵之調查依本分局副分局長洪玉泉先生及農業試驗所錢景秦博士所指導之鏡檢法：產卵孔呈橢圓形，較小且分散；而取食孔則呈圓形，面積較大且呈聚集型(錢和古，1996)。或依 Parrella 和 Robb 在 1982 年之染色配方－酸性品紅溶液(lactophenol-acid fuchsin solution)：一份蒸餾水、一份石炭酸(Phenol)、一份乳酸(lactic acid)和兩份甘油(glycerine)之比例配製成 250 ml 之溶液，加 0.25 g 之品紅(fuchsin)，將菊花葉在此溶液中煮沸 3-5 分鐘，再經 3-5 小時冷卻後在觀察。

(三)藥品：

1.溴化甲烷(Methylbromide)：

藥劑溴化甲烷之成分爲 100 ％ 由德城行代理進口，以稱重方式由負壓吸附送入庫體。

2.磷化氫(Phosphine)：

藥劑爲嘉怡有限公司代理之快燻寶，快燻寶燻蒸片之主要成分爲磷化鎂(Mg_3P_2)含量 66 ％ ，每片 3 公克，需水 0.8 g 來分解，在常溫下每一片之燻蒸片會產生 0.998 公克(約 1g)之磷化氫，相當於每立方米(m^3)有 718.8 ppm，常溫常壓下反應速率需要 3-5 天才會完全反應，所以在低壓下以加熱方式加速其化學反應，250 mmHg 加熱溫度爲 90-100℃ 。

二、試驗方法

(一)斑潛蠅卵及不同幼蟲齡期對減壓燻蒸試驗之抗性情形

二點葉蟎以不分齡期同時進入減壓燻蒸庫燻蒸，而非洲菊斑潛蠅則取接卵後 1-19 日齡等各種齡期爲試驗對象，以溴化甲烷 8 g/m^3 複合磷化氫 3 g/m^3 以 250 mmHg 進行 90 分鐘之減壓燻蒸處理。每一處理蟲數須至少有 30 個以上蟲體，燻蒸一次爲一重複，每試驗爲三重複。以探討各齡期之卵及幼蟲對減壓燻蒸之抗性情形，再以其結果進行下一步之試驗。

(二)不同燻蒸艙壓對二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅之影響：

以 5 、250、500 mmHg 不同的壓力及對照組不燻蒸之處理，分別進行燻蒸處理，燻蒸的藥劑劑量爲 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫進行 120 分鐘的燻蒸處理，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率。

(三)不同藥劑燻蒸對害蟲及切花之影響：

菊切花以 12 g/m^3 溴化甲烷與 4 g/m^3 磷化氫氣體單獨或組合、空白減壓處理對照及 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫氣體組合，分別進行燻蒸，燻蒸的壓力以燻蒸試驗結果爲依據，燻蒸的時間爲 120 分鐘，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率及切花藥害之評估與觀察。

(四)不同燻蒸時間對害蟲及切花之影響：

以前述之壓力及燻蒸劑等試驗結果爲依據，進行 90、120、135、150 分鐘的燻蒸處理，燻蒸後冷藏四天後取出調查蟲死亡率及切花藥害之評估與觀察。

結果與討論

一、斑潛蠅卵及不同幼蟲齡期對減壓燻蒸試驗之抗性情形

燻蒸處理對不同齡期之非洲菊斑潛蠅之殺蟲試驗，以 8 g/m^3 溴化甲烷複合 3 g/m^3 磷化氫燻蒸壓力爲 250 mmHg，進行 90 分鐘的燻蒸處理，結果以接卵後第 17-19 日之燻蒸效果最好，死亡率達 100% (表 1)；其次爲接卵後第 4-16 日，校正死亡率在 68%～95%之間，而接卵後第 1～3 日較低，其校正死亡率低於 60%，尤其以接卵後第 2 日之校正死亡率 21.1%爲最低%。

表 1. 減壓燻蒸對不同齡期之潛蠅試驗之抗性情形

Table1. The resistance of different stage of Liriomyza trifolii Burgess of fumigation with methylbromide 8 g/m^3 and phosphine 3 g/m^3 in 250mmHg for 90 minutes.

蟲齡		處理別	處理數 (隻)	死蟲數 (隻)	活蟲數 (隻)	孵化率 (%)	校正死亡率 (%)^z
接卵後日數	齡期						
第 1 日	卵期	CK	93	1	92	98.9	1.1
		燻蒸	103	52	51	49.0	50.4
第 2 日		CK	101	2	99	97.7	2.3
		燻蒸	97	20	77	77.2	21.1
第 3 日		CK	75	3	72	95.8	4.2
		燻蒸	84	50	34	40.3	58.5
第 4 日		CK	86	2	84	97.2	2.8
	一齡蟲	燻蒸	91	65	26	-	69.9
第 5 日		CK	82	1	81	98.6	1.4
	二齡蟲	燻蒸	81	69	12	-	85.0
第 6 日		CK	97	3	94	96.7	3.3
	三齡蟲	燻蒸	106	88	18	-	82.5
第 7 日		CK	108	2	106	98.2	1.8
		燻蒸	123	94	28	-	75.6
第 8 日		CK	82	0	82	100	0
		燻蒸	95	66	29	-	68.4
第 9 日		CK	90	0	90	100	0
	蛹期	燻蒸	101	62	39	-	61.7
第 10 日		CK	109	2	107	98.2(羽化率)	1.8
		燻蒸	115	84	31	27.0(羽化率)	72.5
第 11 日		CK	90	9	81	90.0(羽化率)	10.0
		燻蒸	90	84	6	6.7(羽化率)	92.6
第 12 日		CK	90	5	85	94.4 (羽化率)	5.6
		燻蒸	90	82	8	8.9(羽化率)	90.6
第 13 日		CK	90	4	86	95.6(羽化率)	4.4
		燻蒸	90	85	5	5.6(羽化率)	94.3
第 14 日		CK	90	4	86	95.6(羽化率)	4.4
		燻蒸	90	79	11	12.2(羽化率)	87.2
第 15 日		CK	90	6	84	93.3(羽化率)	6.7
		燻蒸	90	80	10	11.1(羽化率)	88.1
第 16 日		CK	90	3	87	96.7(羽化率)	3.3
	成蟲	燻蒸	90	86	4	4.4(羽化率)	95.4
第 17 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100
第 18 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100
第 19 日		CK	90	0	90	-	0
		燻蒸	90	90	0	-	100

^{z}:corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

依錢氏和古氏 1996 的報告指出，非洲菊斑潛蠅在 25℃下，一代發育週期爲 16.6 天，卵期 3.3 天、幼蟲期爲 4.6 天(一齡蟲 0.9 天、二齡蟲 0.9 天、三齡蟲 2.8 天)、蛹期 8.6 天。故採

卵後 1～3 日為卵期，第 4～9 日為幼蟲期，其中第 7～9 日為三齡蟲，第 10～16 日為蛹期，第 17～19 日為成蟲，所以以 8 g/m^3 溴化甲烷複合 3 g/m^3 磷化氫燻蒸壓力為 250 mmHg 之減壓燻蒸，以卵期最耐，尤其接卵後第 2 日之齡期最耐燻蒸，故以非洲菊斑潛蠅第二天卵齡之卵進行不同燻蒸劑量、壓力及時間之試驗。二點葉蟎雖無進行齡期抗性試驗，而 Kawakami 等人 1996 年之研究指出以 10 g/m^3 溴化甲烷、3 g/m^3 磷化氫及 5 % CO_2 之混合氣體在 10℃中燻蒸 4 小時，二點葉蟎若蛛期及成蟲之死亡率達 100%，卵之死亡率為 96.9 %，而薊馬若蟲及成蟲在 10℃中燻蒸 3 小時之死亡率達 100 %；而在 15℃中燻蒸 4 小時之處理，二點葉蟎若蛛期及卵之死亡率則為 100%(Kawakami et al.，1996)。

二、不同燻蒸艙壓對二點葉蟎及非洲菊斑潛蠅之影響：

以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫燻蒸 120 分鐘，於 5、250 及 500 mmHg 之艙壓下燻蒸，二點葉蟎之校正死亡率分別為 98.5%、99.98%及 99.8%，對照組即未燻蒸者為 20.3 %(表 2)；非洲菊斑潛蠅於 115、250 及 500 mmHg 之艙壓下之校正死亡率分別為 100%、100 %及 92.4%，而未燻蒸之對照組其死亡率為 1.7%(表 3)。二點葉蟎未進行齡期之抗性試驗，但在不同壓力試驗時發現燻蒸艙壓 500 mmHg 之處理組其所存活者皆為當時為卵期之若蟎，而在 5 mmHg 之燻蒸處理組之存活者皆為成蟎，且存活之蟎數較多，所以不同艙壓之試驗須兼顧二點葉蟎之卵期及成蟎兩者皆存活率低之艙壓組。幾近真空之殺蟲率下降，是否因為害蟲之氣門因低壓關閉，造成燻蒸效果下降，有待昆蟲學者之探討。在品質方面，`白天星`與`黃秀鳳`的品質不論在何種艙壓下之燻蒸處理後皆與未燻蒸處理對照組無異；而`黃精競`則產生舌狀花瓣基部外觀輕微黃褐化及管狀花二分之一開放緩慢，且壓力越低藥害之症狀越明顯(圖 1)。

表 2. 不同之燻蒸艙壓對二點葉蟎致死率之影響
Table 2. The effect of different pressure of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 on the mortality of Tetranychus urticase.

Pressure (mmHg)	No. Test	No.Dead	No. srvivor	corrective mortality (%)^Z
C K	5227	1051	4176	20.3
500	5249	5245	4	99.8
250	7349	7348	1	99.98
5	5813	5745	68	98.5

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 for 120minutes.
^{Z}: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

表 3. 不同燻蒸艙壓對斑潛蠅卵致死率之影響
Table 3. The effect of different pressure of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 on the mortality of eggs of Liriomyza trifolii Burgess.

Pressure (mmHg)	No. Test	No. Dead	No. Survivor	Emergence (%)	corrective mortality (%)^Z
CK	116	2	114	98.3	1.7
115 mmHg	119	119	0	0	100
250 mmHg	112	112	0	0	100
500 mmHg	108	100	8	7.5	92.4

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 for 120minutes.
^{Z}: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

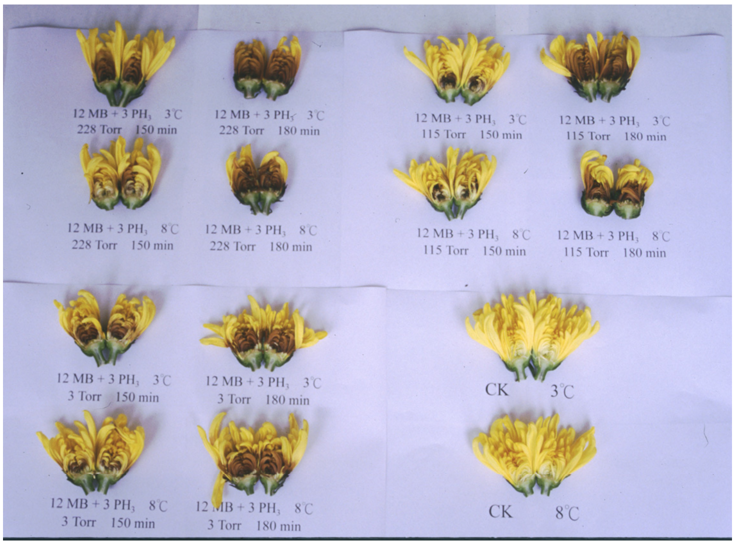

圖 1. 不同之燻蒸壓力對'黃精競'花部縱剖面之第三天情形

Fig 1. Comparison of phytotoxicity of chrysanthemum cultivar 'Hung Chin Jen' with different pressure after fumigation in third day after storage in 4℃ for 4 days after treatment.

三、不同藥劑燻蒸對害蟲及切花之影響：

溴化甲烷具腐蝕性極易對農產品造成傷害，故混合磷化氫希可減少溴化甲烷用量，並降低對切花之傷害及提高殺蟲效果。以未燻蒸、無藥劑減壓燻蒸、4 g/m^3 磷化氫及 12 g/m^3 溴化甲烷兩種藥劑之單獨或組合於艙壓 250 mmHg 下進行 120 分鐘之減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別為 18.1%、36.0%、46.9%、72.8%及 99.99%(表 4)，不投藥只減壓之處理亦有一些殺蟲效果，單一藥劑溴化甲烷之燻蒸效果比磷化氫好，以組合藥劑之處理之殺蟲效果最好。Weller 和 Graver 的報告(1998)指出，燻蒸藥劑磷化氫相對於溴化甲烷、二氧化硫、氰酸及乙醛等對切花之傷害程度較輕，但無法殺死所有齡期之二點葉蟎、米象及粉蝨等，必需配合其他藥劑一起處理(Weller＆Graver，1998)。以 4、8、12 及 16 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於艙壓 250 mmHg 下進行二小時之減壓燻蒸處理，非洲斑潛蠅之致死率分別 0、70.4、87.8、100 及 100%(表 5)。以 8 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質，`黃精競`產生舌狀花瓣基部外觀輕微黃褐化及管狀花二分之一開放緩慢，而白天星`與`黃秀鳳`之品質則與未燻蒸處理對照組無差異；而以 12 g/m$^3$ 溴化甲烷配合 4 g/m$^3$ 磷化氫減壓燻蒸處理後之品質方面，`黃精競`則花托部位剖面組織輕微黃化、壞疽，管狀花瓣基部連接處組織輕微黃化，舌狀花瓣基部褐化，管狀花二分之一開放停滯，中心花瓣基部褐化，下位葉葉面超過二分之一黃化葉緣失水嚴重，而`白天星`與`黃秀鳳`之品質仍與未燻蒸處理組無差異。1997 年 Karunaratne 等人之研究報告顯示，以磷化氫 100、500、4000 及 8000 μl/l 燻蒸 6 小時對帝王花(Protea)及鬱金香(Tulip)之藥害及瓶插壽命影響，除 8000 μl/l 處理組外其他並無顯著差異；但增加磷化氫之燻蒸藥量會降低袋鼠花、帝王花之瓶插壽命(Karunaratne et al.，1997b)。使用磷化氫 1 g/m^3 燻蒸 15 小時後雖然有明顯之傷害，但仍為可售之切花；但磷化氫 2 g/m^3 燻蒸 15 小時後，有 30 % 之切花不能上架出售(Weller 和 Grave，1998)。為了降低溴化甲烷對切花之傷害，必需降溴化甲烷之劑量，單獨使用溴化甲烷時其殺蟲率只達 72.8 % ，配合磷化氫之使用，效果即達 99 % 以上，顯示複合藥劑之效果良好。切花藥害評估方面，`黃精競`及`白東洋`容易產生藥害，尤其`黃精競`較嚴重，而`黃秀鳳`及`白天星`幾乎無藥害，品種間之差異很大，仍有進一步之研究探討。

表 4. 藥劑組合對二點葉蟎致死率之影響
Table 4. The effect of different complex of methylbromide and phosphine reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of *Tetranychus urticase*.

Dosage (MBr/PH^3)	Pressure (mmHg)	Time (min)	Mortality (%)	number of dead/ number of test
CK			18.1	548/3379
0/0	250	120	36.0	1478/4147
0/4g	250	120	46.9	3146/6926
12g/0	250	120	72.8	4771/6575
12g/4g	250	120	99.99	8343/8344

表 5. 不同燻蒸劑劑量對斑潛蠅卵致死率之影響
Table 5. The effect of different complex of methylbromide and phosphine reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of eggs of *Liriomyza trifolii* Burgess.

Dosage (MBr/PH_3)	Pressure (mmHg)	Time (min)	Mortality (%)	number of dead/ number of test
CK			18.1	548/3379
0/0	250	120	36.0	1478/4147
0/4g	250	120	46.9	3146/6926
12g/0	250	120	72.8	4771/6575
12g/4g	250	120	99.99	8343/8344

The mode of fumigation is with methylbromide and phosphine for 120minutes in 250 mmHg of pressure.
^{Z}: corrective mortality＝(mortality of treatment－mortality of CK) / (1－mortality of CK)

四、不同燻蒸時間對害蟲及切花之影響：

以 12 g/m^3 溴化甲烷配合 4 g/m^3 磷化氫於 250 mmHg 艙壓下進行 90、120、135 及 150 分鐘的減壓燻蒸處理，二點葉蟎之致死率分別爲 98.9 ％ 、99.99 ％ 、100 ％ 及 100 ％ (表 6)。非洲菊斑潛蠅以 90、120 及 135 分鐘的燻蒸處理之致死率分別爲 89.7%、100%及 100%(表 7)。在減壓燻蒸處理後之品質方面，150 分鐘減壓燻蒸處理組之`白天星`與`黃秀鳳`外觀上仍無藥害之症狀(圖 2)，但花朵開放度有些微降低但差異不顯著，其他處理組之花朵開放度與未燻蒸處理組則無明顯差異。

Karunaratne 等人 1997 年之研究，薊馬處理磷化氫 300 µl/l 二小時於 18 小時後完全死亡；而蘋果蠹蛾幼蟲以磷化氫 2500 µl/l 燻蒸 6 小時之結果最好，死亡率達 100 ％ (Karunaratne et al.，1997a)。Kawakami 等人 1996 年對 6 種栽培種菊花之切花作燻蒸試驗，以 10 g/m^3 溴化甲烷、3 g/m^3 磷化氫及 5 ％ CO_2 之混合氣體在 15℃中燻蒸 4 小時，貯藏 15 天之後，白秀鳳(Shuhonochikara) 、黃秀鳳(Shuhonohikari) 、Fukumusume 並未有明顯之藥害;然而在 20℃中燻蒸 3 小時，`Fukumusume`則有葉黃白化、葉緣焦枯、灰色斑點、花瓣褪色及花朵不開放等症狀(Kawakami et al.，1996)。

表 6. 不同燻蒸時間對二點葉蟎致死率之影響

Table 6. The effect of different time of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of *Tetranychus urticase*.

Time(min)	Mortality(%)	number of dead / number for test
CK	16.0	347 / 2155
90	98.9	6734 / 6819
120	99.9	12866 / 12867
135	100	10486 / 10486
150	100	10307 / 10307

The mode of fumigation is with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 in pressure of 250 mmHg.

表 7. 不同燻蒸時間對斑潛蠅卵致死率之影響

Table 7. The effect of different time of fumigation with methylbromide 12 g/m^3 and phosphine 4 g/m^3 reduced pressure to 250 mmHg on the mortality of eggs of *Liriomyza trifolii* Burgess.

Time(min)	No. Test	No. Dead	No. Surviror	Emergence (%)	corrective mortality(%)^z
CK					
90	107	96	11	10.2	89.7
120	117	117	0	0	100
135	110	110	0	0	100

圖 2. 不同燻蒸時間對‘黃秀鳳’燻蒸後第 7 天之情形

Fig 2. Comparison of phytotoxicity of ‘Hung Sho Fong’ chrysanthemum with different time of fumigation in 7th day after storage in 4℃ for 4 days after treatment.

結　論

綜合以上之結果，在兼顧切花品質及達到檢疫殺蟲目的，外銷菊花之減壓燻蒸處理應以 12 g/m^3 溴化甲烷及 4 g/m^3 磷化氫艙壓 250 mmHg，進行 135 分鐘的減壓燻蒸爲較理想之處理。目前經燻蒸處理之種類中，唐菖蒲、文心蘭、洋桔梗及多數之菊花(‘黃秀鳳’、‘白天星’、多花菊類…等)等爲耐溴化甲烷燻蒸者，而馬拉巴栗、結球萵苣及少數菊花品種(‘黃精競’、‘白東洋’…等)則爲不耐溴化甲烷燻蒸者。不同作物或不同品系間，對於燻蒸藥劑各具有不同感受性，此爲減壓燻蒸處理的極大挑戰，猶有待克服，以開發更理想的檢疫殺蟲處理，期能協助我國切花大量外銷日本市場，以增加花農收益。

未來希望能將減壓燻蒸應用在水果外銷上，因台灣水果種類多，加上農民栽培技術高，生產之水果品質優良且產量高，堪稱水果王國，諸如芒果、木瓜、蓮霧、印度棗、番石榴‥等，但台灣爲東方果實蠅的疫區，肇致台灣水果外銷的重要限制因子，目前能夠外銷的水果僅靠冷藏處理(輸日之葡萄、柑桔及輸美之荔枝、楊桃等)、蒸熱處理(輸日之芒果)，及蒸熱加冷藏處理(輸日之荔枝)；而蓮霧、印度棗、番石榴‥等高品質水果，則不能依上述方法處理，而無法外銷。以化學之減壓燻蒸處理果品首要克服的藥劑殘留之問題，依 2004 年相馬幸博等人將二十世紀梨以磷化氫 1.63 g/m^3 燻蒸 24 小時經過一天之後，磷化氫之殘留小於 1 ppb(億萬分之一)，美國果實類之殘留基準值爲 10 ppb，故無藥劑殘留之慮。1997 年 Soma 等人以磷化氫 1.5 及 3 g/m^3 蒸巨峰葡萄 24 小時理，評估品質障害與對照組並無差異。故本分局翼期未來能以化學之減壓燻蒸處理果品，以克服檢疫處理之瓶頸，突破拓展我水果之外銷限制因子，解決農產品生產過剩問題及增加農民收益。

參考文獻

1.八十九年農業貿易統計要覽。2001。行政院農業委員會出版。

2.王清玲。1988。台灣新侵入之園藝作物害蟲簡介。中華昆蟲特刊第二號果樹害蟲綜合防治研討會：145-153。

3.王清玲、林瑞桐。1984。銷日菊花害蟲檢疫處理前處理-燻蒸法與煙燻法之利用。中華農業研究 33(1):88-93。

4.何健鎔。1992。溴化甲烷減壓燻蒸檢疫處理對菊花切花害蟲及害蟎之效果。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文 72pp。台灣台中。

5.林鳳琪、王清玲。1989。非洲菊斑潛蠅之田間偵測。中華昆蟲特刊第四號。蔬菜害蟲綜合防治研討會：59-69。

6.洪玉泉、蘇宗宏。2000。非洲菊斑潛蠅(Liriomyza trifolii)(雙翅目：潛葉蠅科)對不同品種非洲菊之危害。中華昆蟲 20:215-223。

7.黃肇家。1998。本省菊花銷日採收後處理之問題與改善。唐菖蒲、百合及菊花研究現況與產業發展研討會專刊。台中區農業改良場編印 p203-213。

8.黃肇家。2003。‘農試文保一號’與 1-MCP 對文心蘭切花經模擬銷日運輸及檢疫燻蒸之保鮮效果。中國園藝　49(1):55-62。

9.黃肇家、李仍亮、陳文輝、郭坤峰、許憲展、賴本智。2003。臺灣外銷花卉產業發展研究報告。財團法人中正農業科技社會公益基金會編印。第六號　97pp。

10.黃麗娟。1995。外銷花卉所面臨的問題。台灣熱帶花卉產業發展研討會專輯 p55-65。台灣屏東。

11.錢景秦、古琇芷。1996。非洲菊斑潛蠅之形態、生活史及繁殖力。中華農業研究　45:69-88。

12.相馬幸博、後藤睦郎、小川　昇、島健幸、秋山憲彥、有明　輝。2004。リン化水素による輸出用二十世紀梨の消毒試験　3.果実中のリン化水素殘留量。植防研報 40:13-17。

13.Bene, G. D., E. Gangani, and S. Landi. 1994. Integrated pest control in greenhouse

chrysanthemums. Acta Hort. 361:470-477.
14.Chen, F. Y. and F. C. Chang. 1995. Elimination of Kishida leaf mites infested in chrysanthemum cut flowers by use of reducing atmospheric pressure fumigation method. 經濟部商品檢驗局台中分局試驗報告。
15.Hartsell, P. L., C. T. Jane, and V. V. Patric. 1991. Methyl bromide residues and desorption rates from unshelled walnuts fumigated with a quarantine treatment for codling moth (Lepidoptera : Tortricidae). J. Econ. Entomol. 84(4):1294-1297.
16.Karunaratne, C., G. A. Moore, R. B. Jones, and R. F. Ryan. 1997a. Phosphine and its effect on some common insects in cut flowers. Postharvest Biology and Technology. 10:255-262.
17.Karunaratne, C., G. A. Moore, R. B. Jones, and R. F. Ryan. 1997b. Vase life of some cut flowers following fumigation with phosphine. HortScience 32(5):900-902.
18.Kawakami, F., Y. Soma., T. Tsutsumi., T. Sato., T. Yuge., M. Yamamoto., H. Komatsu, and T. Inoue. 1996. Disinfestation of pests on cut flowers with gas mixtures of methyl bromide, phosphine and carbon dioxinde. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 32:39-46.
19.Lindquist, R. K. 1983. New greenhouse pests, with particular refrence to the leafminer, Liriomyza trifolii. Proc. 10th Int. Congr. Pl. Port. Brighton, England. 3:1087-1094.
20.Parrella, M. P. and K. L. Robb. 1982. A technique for staining the eggs of Liriomyza trifolii in chrysanthemums, celery and tomato leaves. J. Econ. Entomol. 75:383-384.
21.Sisler, E. C., E. Dupille, and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Reg. 18:79-96.
22.Soma, Y., T. Ikeda, T. Misumi, and F. Kawakami. 1997. Chemical injury of `Kyoho` grapes and mortality for two-spotted spider mite fumigated with Phosphine and mixtures of Phosphine and Methyl bromide. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 33:91-93.
23.Wang, C. L. and F. C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest Liriomyza trifolii (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. Jour. Agric. Res. China. 37:453-457.
24.Weller, G. L. and J. E. van S. Graver. 1998. Cut flower disinfestations : Assessment of replacement fumigants for methyl bromide. Postharvest Biology and Technology. 14:325-333.
25.Yokoyama, V. Y., T. M. Gina, and L. H. Preston. 1990. Evaluation of a methyl bromide quarantine treatment to control codling moth (Lepidoptera : Tortricidae) on nectarine cultivars proposed for export to Japan. J. Econ. Entomol. 83(2):466-471.

The Study of Hypobaric Fumigation on Cut Fowers of Export

Hung-Yi Chen[1] and Shu-Fen Lai[2]
Section Chief[1] , Assistant Specialist[2] Division of Plant Quarantine of Taichung Branch Office
Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine.

Summary

The best resistance stage of Liriomyza trifolii Burgess is the second day of eggs for fumigation with methylbromide 8 g/m^3 and phosphine 3 g/m^3 in 250mmHg for 90 minutes. The mortality of Tetranychus urticase and Liriomyza trifolii Burgess were no difference in different pressures of fumigation. The best mortality is 99.9 % and 100% with 250 mmHg pressure of fumigation. In different treatments of fumigant, the mortality of Tetranychus urticase is 46.9 %, 72.8 % and 99.9 % with Phosphine 4 g/m^3, Methylbromide 12 g/m^3 and combining with both fumigants. In different concentration of Methylbromide and combining Phosphine 4 g/m^3 of fumigant, the mortality of Liriomyza trifolii Burgess is 70.4 %, 87.7 %, 100 and 100 % . In fumigation time of 90, 120, 135 and 150 mins, the mortality of Tetranychus urticase are 98.8 %, 99.9 %, 100 % and 100 % respectively. In fumigation time of 90, 120 and 135 mins, the mortality of Liriomyza trifolii Burgess are 89.7 %, 100 % and 100 % respectively. About phytotoxicity of pressure and fumigant concentration, there were no symptom of toxicity in chrysanthemum cultivar of ‘Huang Sho Fong’ and ‘Pai Ten Sing’. But there were black-brown color of basal petal after fumigation with ‘Hung Chin Jen’ and ‘Pai Don Young’. There were no symptom of toxicity in ‘Hung Sho Fong’ with Methylbromide 12 g/m^3 combining with Phosphine 4 g/m^3, but the long time of fumigation reduced the levels of flower-opening. But for the quality of cutflower, the best combination is 135 min of fumigation with 250 mmHg of pressure and mixture of Methylbromide 12 g/m^3 and Phosphine 4 g/m^3.

Key words: hypobaric fumigation, *Tetranychus urticase, Liriomyza trifolii*, chrysanthemum, cut flower, Methylbromide, Phosphine